INSTITUTO DE BOTÂNICA – Ibt

PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE

TRABALHO DE ESTÁGIO DE DOCÊNCIA

BRIÓFITAS

Aluna: Juçara Bordin

Orientadora: Dra. Olga Yano

Núcleo de Pesquisa em Briologia

São Paulo, dezembro de 2009

BRIÓFITAS

Utilizamos o termo **"briófitas"** para designar musgos, hepáticas e antóceros, ou seja, plantas que possuem um ciclo de vida marcado pela alternância de gerações (gametofítica e haplóide e esporofítica e diplóide), onde a geração gametofítica é dominante (Vanderpoorten & Goffinet 2009). As briófitas são criptógamas, avasculares, normalmente pequenas (a maioria até 10 cm), com ampla distribuição geográfica (Lemos-Michel 2001). Elas compõem o segundo maior grupo de plantas terrestres, sendo consideradas as pioneiras na transição do ambiente aquático para o terrestre (Vanderpoorten & Goffinet 2009). No mundo são conhecidas cerca de 17.900 espécies (Gradstein *et al.* 2001) e no Brasil, aproximadamente 2.961 espécies (Yano & Peralta 2007).

Antóceros, hepáticas e musgos formavam o filo Bryophyta, pois se acreditava que os mesmos tivessem um único ancestral comum. Hoje, no entanto, sabe-se que musgos, hepáticas e antóceros não formam um grupo monofilético, mas compõem três filos distintos: **Anthocerotophyta** (antóceros)**, Marchantiophyta** (hepáticas) e **Bryophyta** (musgos) (Vanderpoorten & Goffinet 2009), (figura 1).

No mundo estima-se a existência de 100 espécies de Anthocerotophyta, 5.000 de Marchantiophyta e 12.800 de Bryophyta (Gradstein *et al.* 2001). No Brasil ocorrem 22 espécies de antóceros, 978 de hepáticas e 1.970 de musgos (Yano & Peralta 2007).

Figura 1. A. Anthocerotophyta, *Anthoceros,* Cruz das Almas/BA, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **B**: Marchantiophyta, *Symphyogyna,* Caxias do Sul/RS, Brasil. Foto: J. Bordin. **C.** (direita): Bryophyta, *Paranapiacabaea,* Santo André/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BRIÓFITAS

- avasculares e pequenas, monóicas ou dióicas;
- possuem clorofila a e b, amido, parede celulósica e algumas vezes cutícula;
- possuem alternância de gerações bem definidas (gametofítica e esporofítica);
- a geração gametofítica é representada pelo gametófito que é perene e livre, possui uma fase juvenil filamentosa ou talosa, denominada protonema, e uma fase adulta que produz os órgãos sexuais, anterídios e arquegônios;
- a geração esporofítica é representada pelo esporófito que é efêmero, dependente e aderido ao gametófito, não ramificado e responsável pela produção dos esporos.

ESTRUTURAS BÁSICAS DAS BRIÓFITAS

De modo geral, antóceros, hepáticas e musgos são formados por estruturas básicas comuns, com algumas modificações para cada grupo (figura 2).

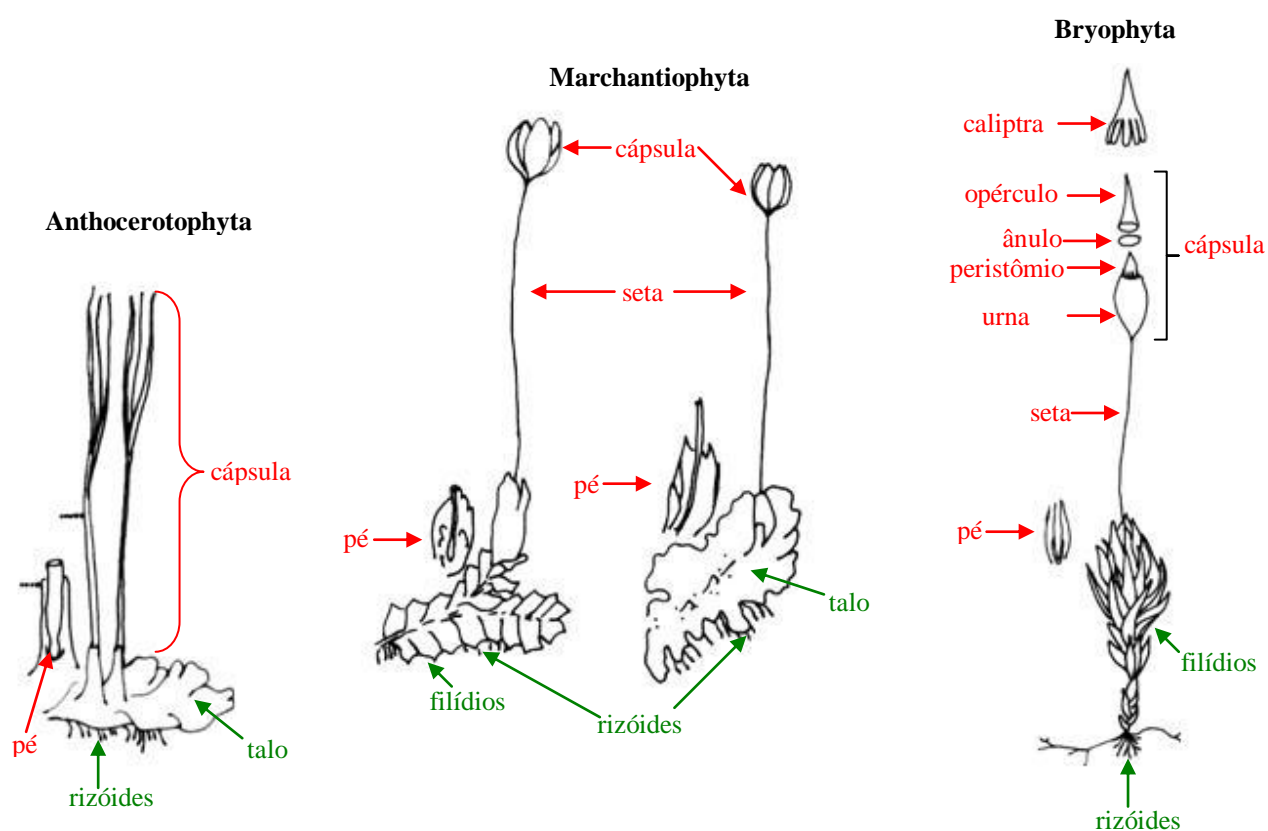



Figura 2. Estruturas básicas das briófitas. A cor verde corresponde às estruturas do gametófito e cor vermelha às estruturas do esporófito. Ilustração: Conard (1977).

1. Gametófito: ocorre em antóceros, hepáticas e musgos. Representa a geração gametofítica (haplóide) e é a fase mais duradoura. É fotossintetizante e ocorre normalmente na cor verde, variando em diversos tons, podendo ser também avermelhado, amarelado, castanho e até preto. O gametófito pode ser *folhoso* ou *taloso.*

Gametófito folhoso: ocorre nos musgos e nas hepáticas folhosas. É formado por *filídios* que são "folhas primitivas", formados por uma lâmina, geralmente uniestratosa, com ou sem uma costa multiestratosa, podendo esta ser única ou bifurcada (figura 3).

Ao redor do androécio ou ginoécio existem filídios ou anfigastros modificados, normalmente maiores, chamados *filídios periqueciais* (♀) ou *filídios perigoniais* (♂) que, em conjunto, formam o *perianto* (nas hepáticas) ou *periquécio* (nos musgos).

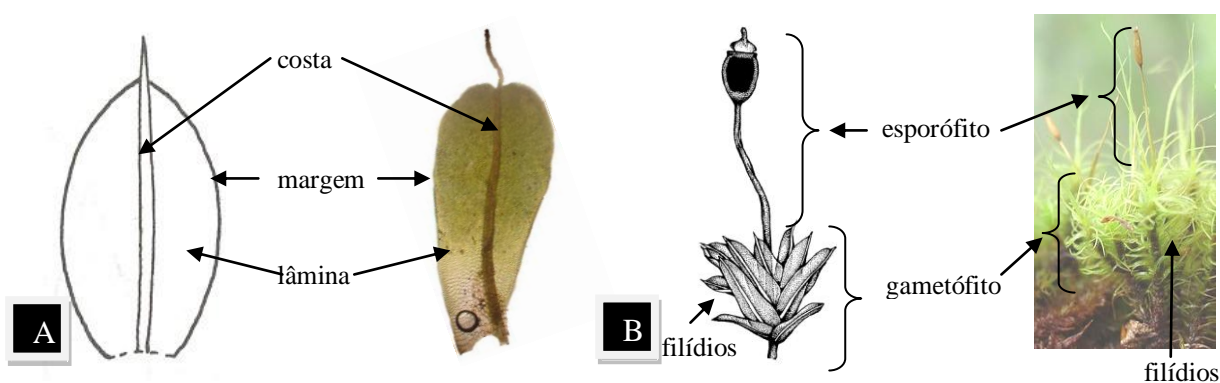



Figura 3. A: Estrutura de um filídio. **B.** (direita): Gametófito folhoso, São Paulo/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta.

Gametófito taloso: ocorre nos antóceros e nas hepáticas talosas. É formado por um *talo* que é um tipo de gametófito mais ou menos achatado, não diferenciado em caulídio e filídios (Luizi-Ponzo *et al.* 2006) (figura 4).

Perianto ou periquécio são estruturas de origem foliar que protegem os arquegônios e anterídios e correspondem aos filídios periqueciais ou perigoniais dos musgos e hepáticas folhosas.

Figura 4. A. Gametófito taloso, *Dumortiera*, RS, Brasil. Foto: M. Sartori. **B.** gametófito taloso, *Reboulia*, RS, Brasil. Foto: M. Sartori.

2. Caulídio: ocorre nos musgos e hepáticas folhosas. É um eixo de sustentação ou ramo principal do gametófito, que cresce por meio de uma célula apical, e no qual estão aderidos os filídios (Luizi-Ponzo *et al.* 2006). No interior do caulídio de algumas espécies, especialmente nos musgos, são encontrados tecidos vasculares chamados *hidróides* e *leptóides*, semelhante ao xilema e floema, respectivamente, das plantas vasculares (figura 5).

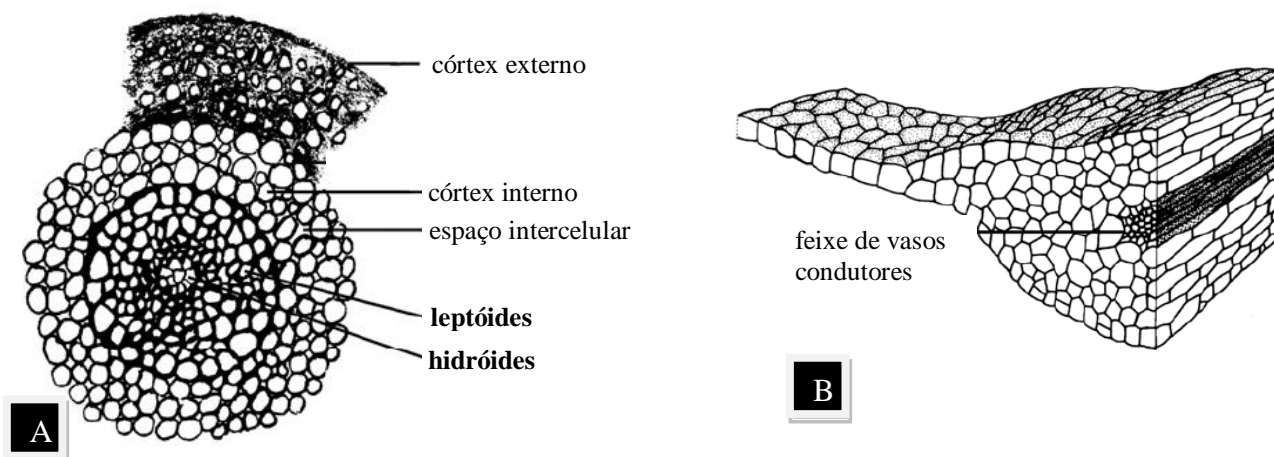



Figura 5. A. Secção transversal de caulídio de *Polytrichum*. **B.** Secção transversal do talo de *Pallavicinia*. Fonte: Glime (2006).

3. Rizóides: ocorrem em antóceros, hepáticas e musgos. São estruturas filamentosas semelhantes à raiz e possuem a função de absorção de nutrientes e fixação (Luizi-Ponzo *et al.* 2006). São hialinos e unicelulares em antóceros e hepáticas, castanhos e pluricelulares nos musgos.

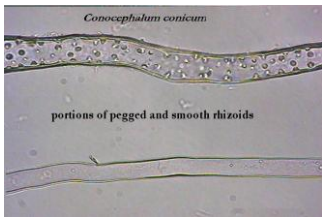
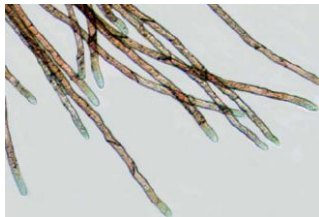
4. Esporófito: ocorre em antóceros, hepáticas e musgos. Representa a geração esporofítica e, normalmente, efêmera. Desenvolve-se sobre o gametófito e é dependente dele. Quando jovem é fotossintetizante. É formado por *pé, seta* e *cápsula* (figura 6).

Pé: ocorre em antóceros, hepáticas e musgos e liga a seta do esporófito ao gametófito.

Seta: ocorre em hepáticas e musgos. É a porção alongada do esporófito, entre a cápsula e o pé (Luizi-Ponzo *et al.* 2006). Nas hepáticas ela é hialina e cresce após a diferenciação da cápsula. Nos musgos ela é fotossintetizante, resistente e se alonga antes da diferenciação da cápsula.

Cápsula: ocorre em antóceros, hepáticas e musgos, porém com estruturas diferentes em cada grupo. É a parte terminal do esporófito, produtora de esporos (Luizi-Ponzo *et al.* 2006).

Nos antóceros a cápsula é alongada e possui crescimento indeterminado devido à presença de um tecido meristemático na sua base e abre-se por fendas longitudinais à medida que vai crescendo. Praticamente todo o esporófito é representado pela cápsula.

Nas hepáticas, a cápsula ocorre sobre a seta, apresentando formato arredondado e abrindo-se por valvas e contém esporos e elatérios no seu interior.

Nos musgos, a cápsula possui uma estrutura mais complexa formada por: *urna*, *peristômio, ânulo e opérculo*. A urna é a região produtora de esporos e as demais estruturas são responsáveis pela abertura da cápsula e liberação dos esporos. Sobre a cápsula é encontrada a *caliptra*, que é uma estrutura de proteção, existente também nas hepáticas, porém bem desenvolvida e bem visível apenas nos musgos.

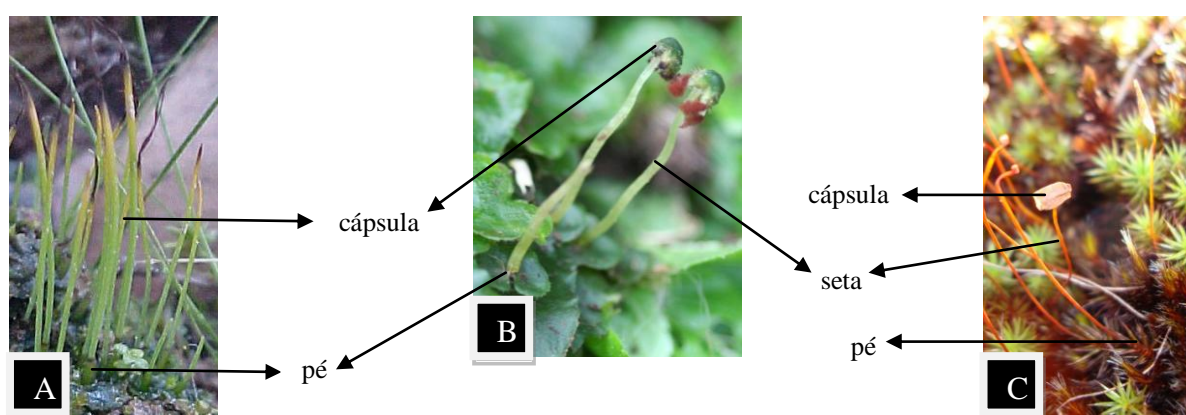
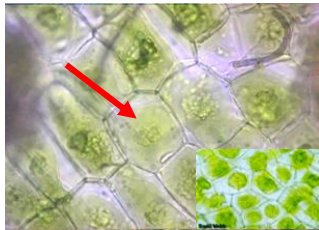
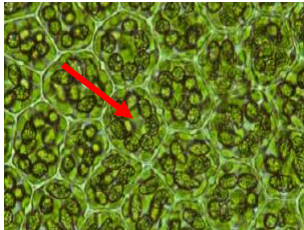
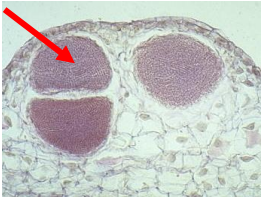
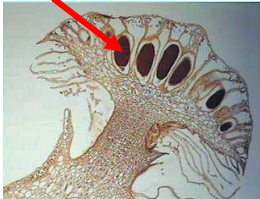
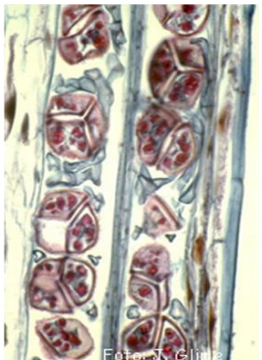
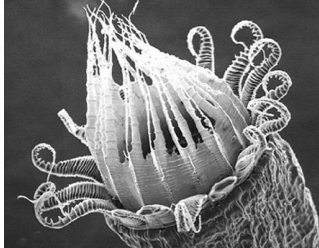



Figura 6. A. esporófito de antóceros, *Phaeoceros*, São Paulo/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **B.** esporófito de hepática, *Dumortiera*, Caxias do Sul/RS, Brasil. Foto: M. Sartori. **C.** esporófito de musgo, Alto Caparaó/MG, Brasil. Foto: J. Bordin.

COMPARAÇÃO ENTRE ANTÓCEROS, HEPÁTICAS E MUSGOS

	ANTHOCEROTOPHYTA **Antóceros**	**MARCHANTIOPHYTA** **Hepáticas**	**BRYOPHYTA** **Musgos**
Gametófito	Taloso e plurilobulado Foto: D.F. Peralta	Folhoso, com simetria dorsiventral Foto: J. Bordin	Folhoso, simetria radial ou dística Foto: D.F. Peralta

	ANTHOCEROTOPHYTA Antóceros	MARCHANTIOPHYTA Hepáticas	BRYOPHYTA Musgos
Gametófito		Taloso, bilobulado Foto: D.F. Peralta	
Anfigastros	Ausentes	Presente nas hepáticas folhosas. São filídios modificados, menores, presentes na superfície ventral das hepáticas. Foto: D.F. Peralta anfigastros	Ausentes ou presentes em poucos musgos. São filídios menores, presentes na superfície superior ou inferior do caulídio, diferente dos filídios laterais. Ex.: *Racopilum* (superior), *Helicophyllum* (inferior)
Rizóides	Unicelulares, hialinos, na superfície ventral; sem escamas Foto: www.wikipedia.com	Unicelulares, hialinos, na superfície ventral; com escamas Foto: www.wikipedia.com	Pluricelulares, pardos, avermelhados ou marrons, septados Foto: J. Glime – Bryophyte Ecology, 2006

	ANTHOCEROTOPHYTA **Antóceros**	MARCHANTIOPHYTA **Hepáticas**	BRYOPHYTA **Musgos**
Oleocorpos nas células	Simples e pouco visíveis Foto: D.F. Peralta	Compostos e bem visíveis Foto: Z. Iwatzuki – Bryophyte Ecology, 2006	Ausentes ou, quando presentes, simples e pouco visíveis Foto: D.F. Peralta
Anterídeos e Arquegônios	Imersos no talo, rodeados por filídios fundidos Foto: www.wikipedia.org	Imersos ou não no talo, rodeados por filídios fundidos Foto: www.wikipedia.org	Não imersos no talo, rodeados por filídios livres Foto: www.wikipedia.org
Esporófito	Formado por pé e cápsula	Formado por pé, seta e cápsula	Formado por pé, seta e cápsula
Seta	Ausente	Hialina, se alonga após a diferenciação da cápsula, crescimento limitado	Fotossintetizante, se alonga antes da diferenciação da cápsula, crescimento limitado
Liberação dos esporos	Gradual, com auxílio de pseudoelatérios Foto: J. Glime	Rápida, com auxílio de elatérios Foto: L. Zhang	Rápida, através do peristômio Foto: http://www.botany.ubc.ca/bryophyte/LAB6b.htm.

REPRODUÇÃO DAS BRIÓFITAS

A reprodução das briófitas pode ser de dois tipos: assexuada ou sexuada.

A *reprodução assexuada* ocorre por meio de gemas, propágulos e fragmentos do talo, que darão origem a um novo gametófito sem a presença dos gametas. Ex.: gemas e alguns propágulos de *Radula* e *Plagiochila* (figura 7).

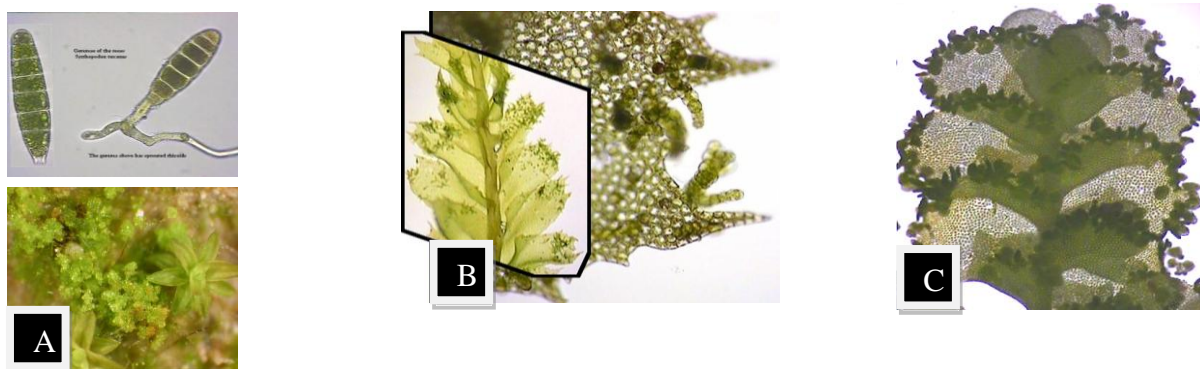



Figura 7. A. Gemas. Fonte: www.wikipedia.org. **B.** propágulos em *Plagiochila*. Fonte: www.wikipedia.org. **C.** propágulos em *Radula*. Fonte: www.wikipedia.org.

A *reprodução sexuada* ocorre por meio de anterídios e arquegônios. Os *anterídios* são estruturas pluricelulares e globosas que produzem as células reprodutoras biflageladas que são os anterozóides. Os *arquegônios* são pluricelulares e alongados e produzem a oosfera, célula reprodutora feminina.

A reprodução sexuada ocorre em um ciclo que se inicia com os gametófitos masculinos e femininos adultos, que são haplóides e possuem arquegônios e anterídios. Os anterídios produzem os anterozóides que, com o auxílio da água, chegam até o arquegônio para fecundar a oosfera. Após a fecundação, desenvolve-se o embrião que originará um esporófito adulto diplóide, aderido ao gametófito. As cápsulas deste esporófito são formadas por um tecido esporógeno diplóide, que sofre meiose e formam-se os esporos haplóides. Os esporos germinam e dão origem ao protonema, que se desenvolverá em um gametófito jovem e este dará origem aos gametófitos maduros que darão continuidade ao ciclo reprodutivo (figura 8).

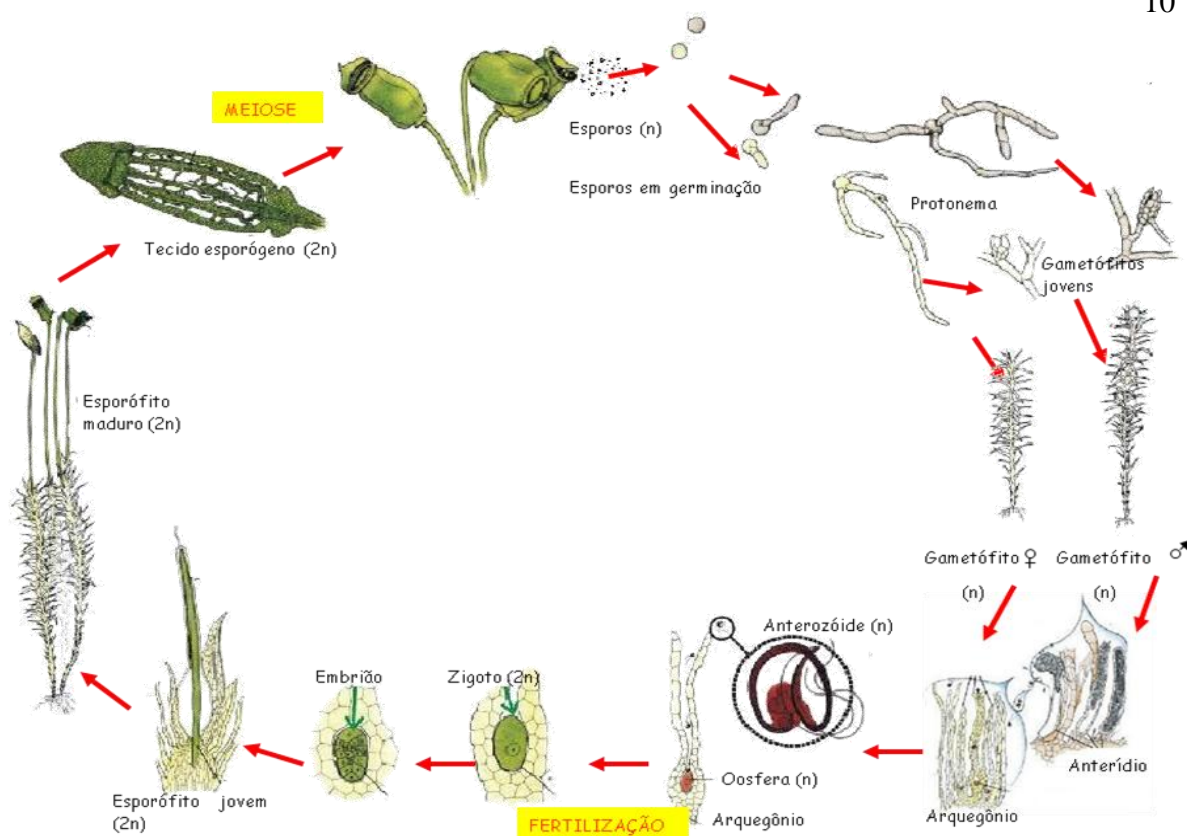



Figura 8. Ciclo reprodutivo (sexuado) de musgo. Fonte: Raven *et al.* (2007).

HÁBITAT E SUBSTRATO

As briófitas são abundantes em ambientes úmidos e sombrios, no interior de matas ou são típicas de áreas urbanas (Lemos-Michel 2001). Também ocorrem em hábitats aquáticos e ambientes secos e desérticos (Frahm 2003).

Toleram condições ambientais extremas (já que são capazes de sobreviver como esporos dormentes) e por isso sua distribuição geográfica é muito ampla, ocorrendo desde os pólos até zonas tropicais e desde ambientes desérticos até ambientes submersos. Elas apenas não são encontradas em ambiente marinho, mas toleram aspersão de água salgada (Delgadillo & Cárdenas S. 1990; Frahm 2003).

Os substratos onde as briófitas podem ser encontradas são inúmeros e diversos (Frahm 2003), destacando-se solo, rochas, tronco e galhos de árvores, madeira em decomposição, folhas, base de troncos, telhados, muros, entre outros. Existem algumas espécies aquáticas (de água doce), porém a maioria é terrestre (figura 9).

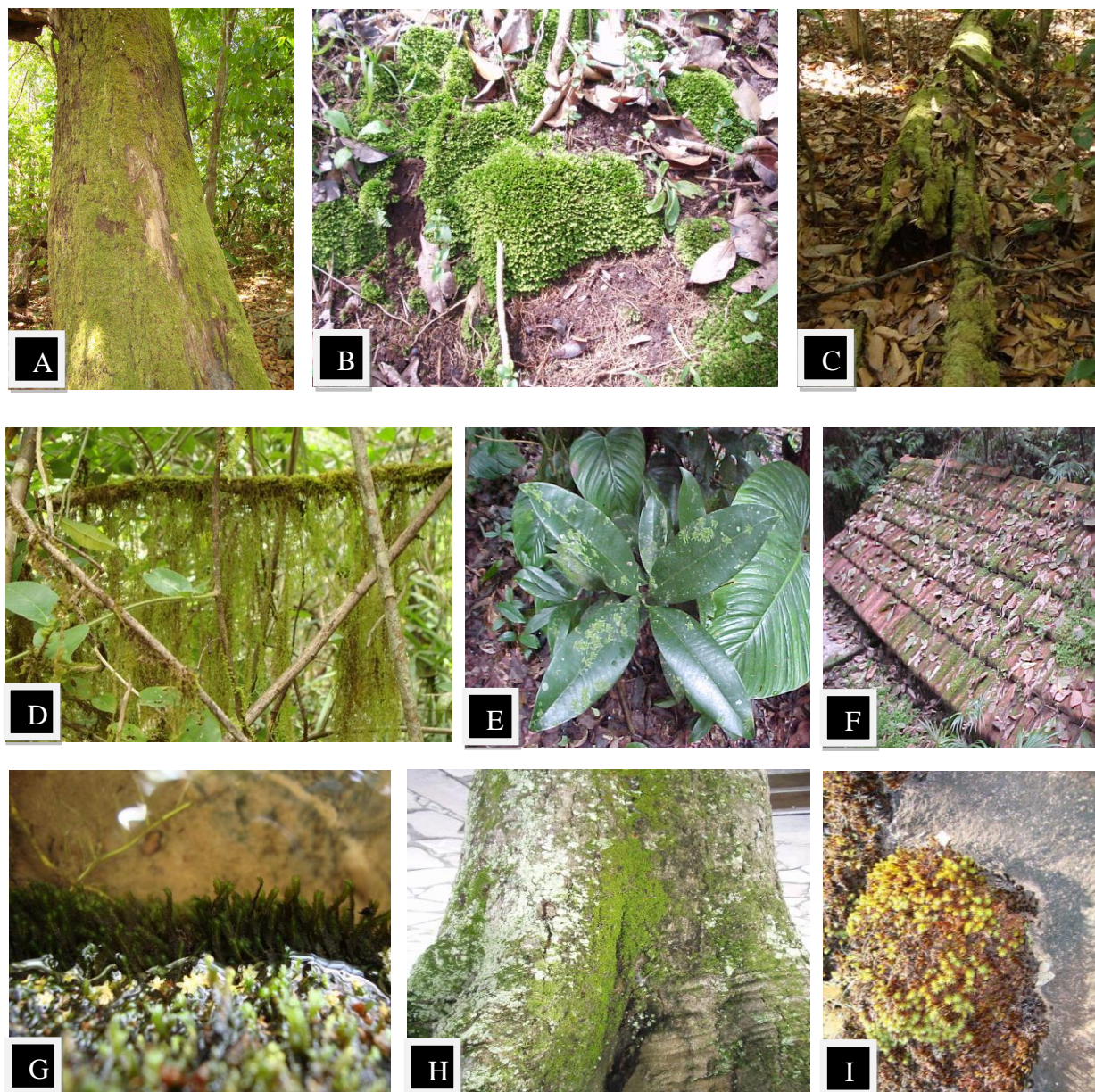



Figura 9. Principais substratos onde as briófitas podem ser encontradas. **A. troncos de árvores**, São Paulo/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **B. solo**, Caxias do Sul/RS, Brasil. Foto: J. Bordin. **C. troncos ou madeira em decomposição**, Carolina, MA, Brasil. Foto: J. Bordin. **D. galhos de árvores**, São João do Paraíso, MA, Brasil. Foto: J. Bordin. **E. folhas**, Ubatuba/SP. Foto: D.F. Peralta. **F**. telhados, Santo André/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **G. água,** MA, Brasil. Foto: J. Bordin. **H. base de troncos e raízes**, Caxias do Sul/RS, Brasil. Foto: M.A. Bordin**. I. rocha,** Alto Caparaó/MB, Brasil. Foto: J. Bordin.

IMPORTÂNCIA E USO DAS BRIÓFITAS

Briófitas, juntamente com liquens e cianobactérias, são os **pioneiros** no processo de sucessão vegetacional. Eles auxiliam no processo de formação do solo e proporcionam meio adequado para a germinação das sementes, o que levará ao estabelecimento das comunidades vegetais (Welch 1948). Os extensos tapetes de musgos que conseguem reter grande

quantidade de água são importantes substratos para a germinação das sementes das plantas vasculares (Richards 1932).

Algumas espécies de briófitas associam-se a cianobactérias, aumentando a fixação de nitrogênio (Matzek & Vitouzek 2003; Glime 2007). É o caso de *Anthoceros* onde esta associação é interna e em *Sphagnum*, onde as cianobactérias ocorrem entre os filídios (Dalton & Chatfield 1987). Também ocorre associação com diatomáceas.

As briófitas também controlam a erosão e auxiliam na manutenção do balanço hídrico do solo, são componentes da biomassa e participam do ciclo do carbono e nitrogênio (Ando & Matsuo 1984; Glime 2007).

Um dos principais usos das briófitas é como indicadores ambientais ou **bioindicadores** (Ando & Matsuo 1984; Glime 2007). Como **indicadores ecológicos**, estudos mostram que elas podem ser boas indicadoras da qualidade do solo nas florestas, das condições de pH e níveis de água e indicam a presença de cálcio e outros nutrientes na água (Simon 1975; Pakarinen 1979; Bell & Lodge 1963). Como **indicadores paleoecológicos**, elas fornecem dados sobre o ambiente e a vegetação do passado, indicando também alguns detalhes das condições edáficas (Miller 1980). Como **indicadores de depósitos minerais,** são importantes, pois por serem perenes, concentram muitos minerais do solo ou outro substrato onde se encontram. Analisando-as, temos indicadores reais da ocorrência destes minerais. Algumas espécies são associadas a depósitos minerais, como os “musgos do cobre”, que ocorrem em solos ou rochas com grande concentração deste mineral (Schatz 1955).

Elas também são **indicadores de poluição da água e do ar**. São muito utilizadas por terem uma ampla distribuição geográfica e crescem em hábitats diversos; por não possuírem epiderme e cutícula; por obterem nutrientes da precipitação ou deposição de material seco sobre seu gametófito; por transportarem água e nutrientes com facilidade entre as células devido à falta de vasos lignificados e por acumularem metais de forma passiva (Rao 1982; Glime 2007). Estudos nesse sentido são desenvolvidos principalmente na Europa, China e Japão (Ando & Matsuo 1984).

Atividades biológicas das briófitas e outros usos

O uso das briófitas como plantas medicinais é conhecido desde tempos antigos, por diferentes grupos étnicos. Briófitas eram utilizadas por índios norteamericanos para curar feridas, hematomas e queimaduras. Na França, usava-se para aumentar a diurese e na Europa por suas propriedades absorventes e seus efeitos bactericidas (Fernández & Serrano 2009).

Diversos estudos mostram que as briófitas possuem as seguintes atividades biológicas: antifágica, citotóxica, antioxidante, anti-inflamatória, carcinogênica, inibição enzimática, antimicrobianas (antifúngica, antibacteriana, antiviral), alelopática (inibem o crescimento de raízes e folhas nas plantas de arroz, inibem o crescimento de outras plantas vasculares, promovem a germinação de sementes de trigo), cardiotônica (aumento do fluxo sanguíneo coronário) e, ainda possuem toxicidade diante de moluscos e peixes (Fernández & Serrano 2009).

Entre as espécies utilizadas destacam-se *Polytrichum commune*, usado na China para reduzir inflamações e febre; *Polytrichum juniperinum,* também usado na China para tratamento de doenças urinárias e da próstata; *Fissidens osmundoides*, usado na Bolívia e China como anticactericida para tratamento de infecções na garganta.

Outros usos das briófitas são os seguintes:

1. Uso como material de enchimento e acondicionamento, como cama e travesseiro. Entre os gêneros mais utilizados estão: *Sphagnum, Plagiomnium, Thuidium, Hypnum* e *Leucobryum*, que normalmente é confundido com *Sphagnum* (Ando & Matsuo 1984).

2. Uso na horticultura (Delgadillo & Cárdenas 1990; Glime 2007):

- aditivos no solo (aeração e retenção de umidade);

- como meio para germinação de sementes;

- para transporte de mudas;

- em vasos de bonsai (para estabilidade do solo e retenção da umidade). Os principais gêneros utilizados são: *Ceratodon, Funaria, Bryum, Fissidens.*

- em jardinagem (especialmente nos jardins japoneses);

- em aquários (proporcionam oxigênio aos peixes e substrato para eles depositarem os ovos. Os principais gêneros utilizados são: *Amblystegium, Riccia, Ricciocarpos.*

3. Uso do *Sphagnum* (Ando & Matsuo 1984):

- horticultura (aditivo no solo);

- procedimentos cirúrgicos (propriedades absorventes);

- combustível (turfa);

- tratamento de água (uso em filtros);

BRIÓFITAS EM ÁREAS URBANAS

Segundo Soria & Ron (1995), as espécies mais bem adaptadas às zonas urbanas desenvolveram estratégias adaptativas que permitem sua sobrevivência nesses locais inóspitos. Entre estas estratégias estão o tamanho pequeno e o hábito cespitoso, que lhes permite proteger-se melhor de ações mecânicas, refugiarem-se em pequenos nichos onde se expõem menos ao SO_2 e reter maior quantidade de água; grande capacidade de reprodução vegetativa por fragmentação e gemas ou desenvolvimento do esporófito, permitindo que elas se propagem rapidamente e colonizem áreas maiores sem competir com outras espécies. Além destas estratégias, o desenvolvimento das espécies em zonas urbanas é fortemente influenciado pelos hábitats e pelas propriedades químicas do substrato, uma vez que normalmente o solo no meio urbano é de caráter básico, formado pelo acúmulo de materiais de construção e resíduos ricos em nitrogênio.

Ainda com relação às espécies que melhor se desenvolvem nas áreas urbanas, Soria & Ron (1995) indicam o predomínio das colonizadoras de vida curta, que se enquadram muito bem ao papel das briófitas de pioneiras nas fases iniciais da sucessão ou colonizadoras de ambientes hostis e submetidos a perturbações. Lara *et al.* (1991) destacam as famílias Bryaceae, Pottiaceae e Funariaceae por apresentarem uma notável resistência à influência urbana. Também algumas espécies de *Fissidens*, comuns em solos perturbados, também são encontradas em grande número nos parques e praças de centros urbanos (Richards 1984).

Estudos com briófitas urbanas são de fundamental importância, pois fornecem dados sobre a ocorrência e distribuição geográfica de espécies que suportam o convívio com a ocupação humana (Bastos & Yano 1993) e fornecem subsídios para futuras pesquisas ecológicas, principalmente na área de biomonitoramento ambiental, já que elas são utilizadas principalmente como indicadoras da poluição atmosférica (Yano & Câmara 2004).

Apesar da grande importância, apenas nove trabalhos publicados no Brasil se referem às briófitas em áreas urbanas: Visnadi & Monteiro (1990) estudaram as briófitas da cidade de Rio Claro, São Paulo; Bastos & Yano (1993) trabalharam com os musgos da cidade de Salvador, Bahia; Lisboa & Ilkiu-Borges (1995) inventariaram a brioflora urbana de Belém, Pará, indicando seu potencial como indicadoras de poluição urbana. Visnadi & Vital (1997) trataram das briófitas da casa de vegetação do Instituto de Botânica, São Paulo; Mello *et al.* (2001) trataram das briófitas do Orquidário Municipal de Santos, São Paulo; Molinaro & Costa (2001) estudaram as briófitas do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

Câmara *et al*. (2003) trabalharam com os musgos do Recanto das Emas, Distrito Federal; Yano & Câmara (2004), inventariaram as briófitas de Manaus, Amazonas; Vital & Bononi (2006), fizeram levantamento das briófitas ocorrentes sobre tumbas em cemitérios da região metropolitana de São Paulo e Bordin & Yano (2009) estudaram as briófitas do centro urbano de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

Os táxons mais comumente encontrados nas áreas urbanas inventariadas no Brasil são: *Bryum argenteum* Hedw. (figura 10 A), *Calymperes palisotii* Schwägr., *Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. var. *polycarpa* (Hook.) W.R. Buck (figura 11 B), *Frullania ericoides* (Nees) Mont., *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger (figura 10 B), *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt., (figura 11 C) *Lejeunea flava* (Sw.) Nees, *Octoblepharum albidum* Hedw. (figura 11 D), *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton (figura 11 A) e *Syrrhopodon ligulatus* Mont.

Entre os táxons mais comuns, *Bryum argenteum* Hedw. tem sido coletado em zona urbana em grande quantidade de substratos (Bastos & Yano 1993). É heliófila (cresce em locais ensolarados, iluminados) e nitrófila (com preferência por substratos ricos em compostos de nitrogênio) e ocorre em zonas de poluição média a elevada, sendo pouco freqüente em zonas não ou pouco poluídas (Sergio 1981). *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger é uma espécie de ampla distribuição, característica de locais perturbados, como muros ou calçadas de cidades ou, se na floresta, junto a estradas ou cursos de rios (Lisboa 1993). Vital & Bononi (2006) coletaram as espécies sobre tumbas em cemitérios da região metropolitana de São Paulo, demonstrando adaptação às condições adversas e à grande poluição atmosférica do local.

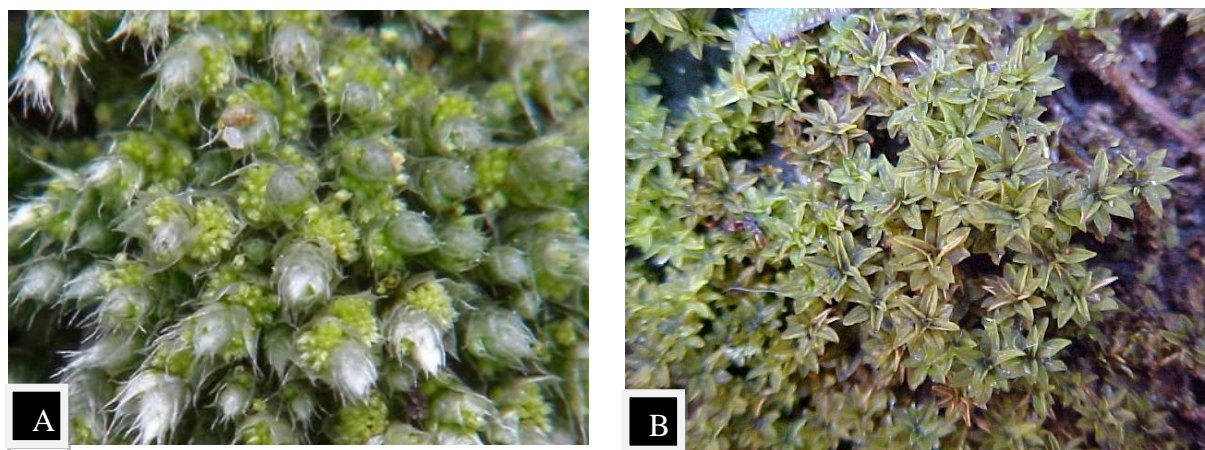



Figura 10. Táxons mais comuns em áreas urbanas. **A.** *Bryum argenteum* Hedw., Foto: : www. homepage3.nifty.com
B. *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger., São Paulo/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta.

Frullania ericoides (Nees) Mont. é considerada pantropical (Molinaro & Costa 2001) e cresce em local onde a vegetação está mais ou menos degradada, nas bordas de mata secundária, ou onde há forte influência da atividade humana (Vanden Berghen 1976) e ainda em lugares habitados ou visitados periodicamente (Behar *et al.* 1992).

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid. var. *polycarpa* (Hook.) W.R. Buck distribui-se pela América, crescendo sobre troncos em locais abertos (Buck 1998) e é bem representada nas áreas urbanas, sendo a espécie mais resistente à poluição das grandes cidades (*comunicação pessoal*). *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt. e *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) Britt. também são táxons de ampla distribuição geográfica (Peralta 2005), assim como *Lejeunea flava* (Sw.) Nees que é pantropical e muito comum em áreas urbanas (Reiner-Drehwald 2000).

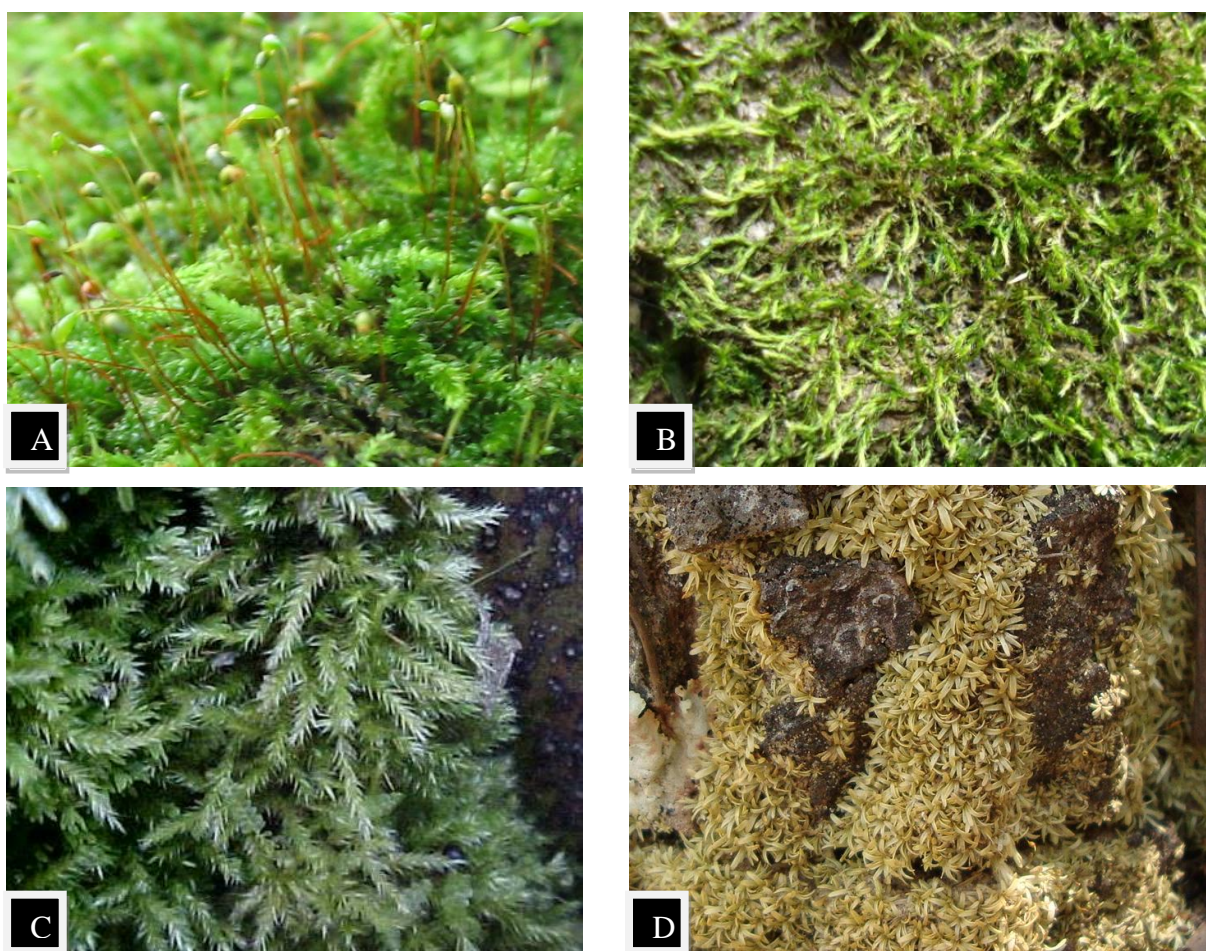



Figura 11. Táxons mais comuns em áreas urbanas. **A.** *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton, Caxias do Sul/RS, Brasil. Foto: J. Bordin. **B.** *Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. var. *polycarpa* (Hook.) W.R. Buck., São Paulo/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **C.** *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt., Bertioga/SP, Brasil. Foto: D.F. Peralta. **D.** *Octoblepharum albidum* Hedw., Carolina/MA, Brasil. Foto: J. Bordin.

RESUMO

Hábitat e substrato: ambientes úmidos e sombrios, interior de matas, locais secos e desérticos, áreas urbanas, exceto ambiente marinho.

Importância e utilização: pioneiras no processo de sucessão vegetacional; controlam a erosão e auxiliam no balanço hídrico; bioindicadores; indicadores paleoecológicos; de depósitos minerais; de poluição da água e ar; uso como material de enchimento; na horticultura; como aditivos no solo; na jardinagem; possuem substâncias antitumorais, anti-inflamatórias, alelopáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ando, H. & Matsuo, A. 1984. Applied Bryology. *In:* W. Schultze-Motel (ed.). Advances in Bryology, vol. 2, J. Cramer, Vaduz, pp. 133-224.

Bastos, C.J.P. & Yano, O. 1993. Musgos da zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil. Hoehnea 20(1/2): 23-33.

Behar, L., Yano, O. & Vallandro, G.C. 1992. Briófitas da Restinga de Setiba, Guarapari, Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão 1: 25-38.

Bell, P.R. & Lodge, E. 1963. The reability of *Cratoneuron comutatum* (Hedw.) Broth. as an “indicator moss”. Journal of Ecology 51: 113-122.

Bordin, J. & Yano, O. 2009. Briófitas do Centro urbano de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Hoehnea 36(1): 7-72.

Buck, W.R. 1998. Pleurocarpous Mosses of the West Indies. Memoirs of The New York Botanical Garden 82: 1-400.

Câmara, P.E., Teixeira, R., Lima, J. & Lima, J. 2003. Musgos Urbanos do Recanto das Emas, Distrito Federal, Brasil. Acta Botanica Brasilica 17(4): 1-10.

Conard, 1977. How to know the Mosses and Liverworts. W.M.C. Brown Company Publishers, 226 p.

Dalton, D.A. & Chatfield, J.M. 1987. A new nitrogen-fixing Cyanophyte–Hepatic association: *Nostoc* and *Porella*. American Journal of Botany 72: 781–784.

Delgadillo M., C. & Cárdenas S., A. 1990. Manual de Briofitas. 2 ed. Cuadernos del Instituto de Biología 8. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, México, D.F.

Fernandéz, E.G. & Serrano, A.M.V. 2009. Atividades Biológicas das briófitas. Âmbito Cultural Edições Ltda. 190p.

Frahm, J-P. 2003. Manual of Tropical Bryology. Tropical Bryology 23: 1-196.

Glime, J.M. 2006. Bryophyte Ecology. Vol 1: Physiological Ecology. Sponsored by Michigan Technological University, Botanical Sociey of America and International Association of Bryologists. Disponível em: www.bryoecol.mtu.edu. Acesso em: outubro/2009.

Glime, J. M. 2007. Economic and ethnic uses of bryophytes. *In*: Flora of North America Editorial Committee. (eds.). Flora of North America North of Mexico. Vol. 27. Bryophyta, part 1. Oxford University Press, New York. pp. 14-41

Gradstein, S.R., Churchill, S.P. & Salazar-Allen, N. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. Memoirs of The New York Botanical Garden 86: 1-577.

Lara, F., Lopez, C. & Mazimpaka, V. 1991. Ecologia de los briófitos urbanos en la ciudad de Segovia (España). Cryptogamie, Bryologie et Lichénologie 12(4): 425-439.

Lemos-Michel, E. 2001. Hepáticas Epífitas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul. Editora da Universidade, Porto Alegre, 191 p.

Lisboa, R.C.L. 1993. Musgos acrocárpicos do Estado de Rondônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

Lisboa, R.C.L. & Ilkiu-Borges, A.L. 1995. Diversidade das briófitas de Belém (PA) e seu potencial como indicadoras de poluição. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica 11(2): 131-293.

Luizi-Ponzo, A.P., Bastos, C.J.P., Costa, D.P., Pôrto, K.C., Câmara, P.E.A.S., Lisboa, R.C.L. & Vilas Boas-Bastos, S. 2006. Glossarium polyglotum bryologiae: versão brasileira do Glossário briológico. Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

Matzek, V., & Vitousek, P.M. 2003. Nitrogen fixation in bryophytes, lichens, and decaying wood along a soil–age gradient in Hawaiian montane rain forest. Biotropica 35:12–19.

Mello, Z.R., Lourenço, G.A. & Yano, O. 2001. Briófitas do Orquidário Municipal de Santos, São Paulo, Brasil. I Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais. CD CBPA. p. 92-94.

Miller, N.G. 1980. Fossil mosses of North America and their significance. *In*: R.J. Taylor & A.L. Leviton (eds.). The Mosses of North America. San Francisco. pp .9-36.

Molinaro, L.C. & Costa, D.P. 2001. Briófitas do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rodriguésia 52(81): 107-124.

Pakarinen, P. 1979. Ecological indicators and species groups of bryophytes in boreal peatlands. *In:* Classification of Peat and Peatlands. Int. Peat Soc. Helsinki, pp. 121-134.

Peralta, D.F. 2005. Musgos (Bryophyta) do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.

Rao, D.N. 1982. Responses of bryophytes to air pollution. *In:* Smith, A.J.E. (ed.) Bryophyte Ecology. London, pp. 445-471.

Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2007. Biologia Vegetal. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 362-385.

Reiner-Drehwald, M.E. 2000. Las Lejeuneaceae (Hepaticae) de Misiones, Argentina VI. *Lejeunea* y *Taxilejeunea*. Tropical Bryology 19: 81-132.

Richards, P. W. 1932. Ecology. *In*: Verdoorn, Fr (ed.), Manual of bryology. Asher, Amsterdam, pp. 367-395.

Richards, P.W. 1984. The Ecology of Tropical Forest Bryophytes. *In:* R.M. Schuster (ed.). New Manual of Bryology. The Hattori Botanical Laboratory vol.2, Nichinan, pp. 1233-1270.

Sérgio, C. 1981. Alterações da flora briológica epifítica na área urbana de Lisboa nos últimos 140 anos. Boletim da Sociedade Broteriana, ser. 2, 54: 313-331.

Simon, T. 1975. Mosses as indicator organisms for soil condition in steppe Forest ecosystems. XII International Botanic Congress Abstract, Leningrad, 1: 87.

Soria, A. **& Ron, M.E.** 1995. Aportaciones al conocimiento de la brioflora urbana española. Cryptogamie, Bryologie et Lichénologie 16(4): 285-299.

Schatz, A. 1955. Speculations on the ecology and photosynthesis of the "copper mosses." The Bryologist 58: 113-120.

Vanden Berghen, C. 1976. Frullaniaceae (Hepaticae) africanae. Bulletin du Jardin botanique national de Belgique 46(1/2): 1-220.

Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. 2009. Introduction of Bryophytes. Cambridge University Press, 294p.

Visnadi, S.R. & Monteiro, R. 1990. Briófitas da cidade de Rio Claro, Estado de São Paulo, Brasil. Hoehnea 17(1): 71-84.

Visnadi, S.R. & Vital, D.M. 1997. Bryophytes from greenhouses of the Institute of Botany, São Paulo, Brazil. Lindbergia 22: 44-46.

Vital, D.**M. & Bononi, V.L.R.** 2006. Briófitas sobre tumbas em cemitérios da Região Metropolitana de São Paulo, SP. Hoehnea 32(2): 143-145.

Welch, W.H. 1948. Mosses and their uses. Procedings Indiana Academy of Science 58: 31-46.

Yano, O. & Câmara, P.E.A.S. 2004. Briófitas de Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 34(3): 445-457.

Yano, O. & Peralta, D.F. 2007. Musgos (Bryophyta). *In*: J.A. Rizzo (coord.). Flora dos Estados de Goiás e Tocantins: Criptógamos, v. 6, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, pp. 1-333.